

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-224734

(43)Date of publication of application : 03.09.1993

(51)Int.Cl.

G05B 19/405

B25J 9/22

B25J 13/00

G05B 19/403

(21)Application number : 04-061214

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.02.1992

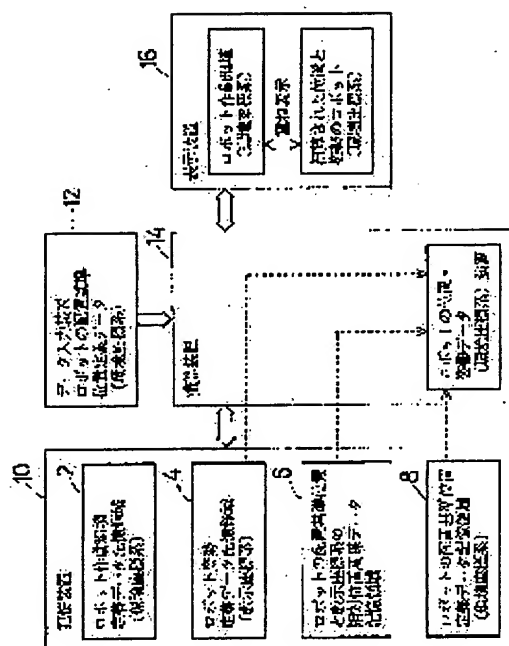
(72)Inventor : TONAI MAKOTO

## (54) ROBOT SIMULATING DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable an operator to easily grasp the data which decides the placing position of a robot by setting a reference point for the robot placing job and obtaining the data on the positional relation between the reference point and a teaching coordinate system.

**CONSTITUTION:** A storage 10 stores the data in an area 2 to define the attitude of a robot by a teaching coordinate system and also the data on the relative positional relation between the robot placing reference position and the teaching coordinate system in an area 6 respectively. Furthermore the storage 10 stores the data in an area 8 to define the robot placing reference position in an environmental coordinate system. An arithmetic unit 14 computes the data obtained by the environmental system in regard of the position and the attitude of the robot based on those data stored in the storage 10. A display device 16 displays superposing the corresponding screens on the data on the robot operating environment defined by the environmental coordinate system and the data on the robot position and attitude computed by the environmental coordinate system respectively.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-224734

(43) 公開日 平成5年(1993)9月3日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/405	Q	9064-3H		
B 2 5 J 9/22	Z	7331-3F		
13/00	Z	7331-3F		
G 0 5 B 19/403	P	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平4-61214

(22) 出願日 平成4年(1992)2月14日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 藤内 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

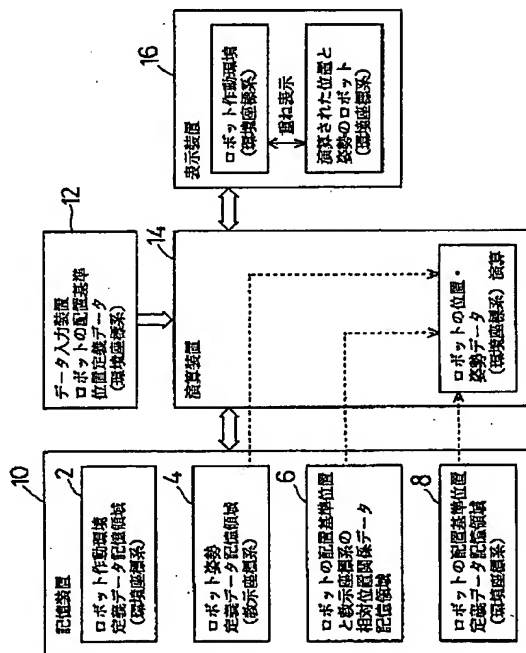
(74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ロボットのシミュレーション装置

(57) 【要約】

【目的】 ロボットの作動環境とロボットとを重ね表示するシミュレーション装置で、ロボットの配置位置を定めるデータをオペレータに容易に把握し易くする。

【構成】 ロボットに、教示座標系とは別に配置の際の基準となる位置を定め、配置基準位置と教示座標系との相対位置関係に関するデータをシミュレーション装置に登録しておく。オペレータは配置の基準となる点の座標を環境を定義する座標系での値でそのまま入力すればよく、従来のようにロボットの寸法等を調べなくてもよくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロボットの作動環境を表示する画面中に、ロボットを与えられた位置と姿勢で重ね表示するロボットのシミュレーション装置であり、

記憶装置と、データ入力装置と、演算装置と、表示装置とを有し、

該記憶装置は、

ロボットの作動環境を環境座標系で定義するデータを記憶する領域と、

ロボットの姿勢を教示座標系で定義するデータを記憶する領域と、

ロボットの配置基準位置と教示座標系の相対位置関係に関するデータを記憶する領域と、

ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータを記憶する領域とを有し、

該データ入力装置は、オペレータが、ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータを入力するものであり、

該演算装置は、該記憶装置に記憶されている、ロボットの姿勢を教示座標系で定義するデータと、ロボットの配置基準位置と教示座標系の相対位置関係に関するデータと、ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータとに基づいて、ロボットの位置と姿勢に関する環境座標系によるデータを演算するものであり、

該表示装置は、環境座標系で定義されているロボットの作動環境に関するデータと、環境座標系で演算されたロボットの位置と姿勢に関するデータにそれぞれ対応する画面を重ね表示するものであることを特徴とするロボットのシミュレーション装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ロボットの作動環境を表示する画面中に、ロボットを与えられた位置と姿勢で重ね表示するロボットのシミュレーション装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ロボットの姿勢を定義する教示データの妥当性を事前に確認し得るようするために、CRT等の表示装置に、ロボットの作動環境すなわちロボットの周囲に存在するワークやそのロボット以外の生産設備の形状を表示させ、その画面中に教示データに従って作動するロボットを重ね表示する装置が提案されている（例えば特開昭62-127905号公報参照）。この装置を用いることにより、ロボットの作動環境とロボットの相対位置関係を視覚的に認識することが可能となり、教示データの妥当性を事前に確認し得ることになる。

【0003】 さらにこの装置に、教示データの編集、付加、修正機能を付加した装置が知られている（特開昭62-182808号公報参照）。この装置によると、画面を見ながら教示データを作成したりあるいは修正した

りすることが可能となる。

【0004】 ロボットの作動環境を表す画面中に、ロボットを教示データで定義された姿勢で重ね表示する装置では、作動環境を表す画面中におけるロボットの位置に関するデータを指定する必要がある。ところで、ロボットは、ロボットの教示データの基準となる教示座標系を有している。図2はその一例を示すものであり、ロボットのアーム先端の位置を指定する教示データ（この例の場合はG1, H1, I1）は原点をFに有するG, I, H座標系（以下これを教示座標系という）で与えられる。

【0005】 そこで作動環境を表す画面、図2の場合には原点をAに有するB, C, D座標系（以下これを環境座標系という）で与えられるワーク等の形状を示すデータ（例えばB1, C1, D1）で与えられる画面中におけるロボットの位置を定義するために、教示座標系の原点Fの位置を環境座標系で与える。図2の場合これが座標（B2, C2, D2）で示されている。

【0006】 なお図2では、ロボットの位置という概念のなかに、ロボットの配置方向ないしは角度に関するものを無視して表示しているが、実際には、環境座標系における教示座標系の現点のズレ量のみならず、各座標軸の角度のズレ分をも定める量を与えることにより、ロボットの空間位置と配置方向が与えられる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記手法でロボットを所定位置に表示させる場合、例えばロボットのベースTを環境座標系ではD=0で定義される床面Sに置いた状態で表示させる場合には、ロボットのベースTから教示座標原点Fまでの高さKを調べ、それを入力しなければならない。すなわち図2の場合には、座標値D2にKの値を入力しなければならない。あるいはベースTの一辺Vを環境座標系ではB=B0で定義される基準線Uに一致させた状態で表示させる場合には、一辺Vと教示座標原点Fとの距離Lを調べ、その分B2の値をオフセットしなければならない。そのためにオペレータは上記高さKやオフセット量L等をロボットの図面から抽出したり、あるいはロボットの取扱説明書等から調べる必要がある、使い勝手が悪い。そこで本発明では、いちいち高さKやオフセット量Lを調べなくとも、ロボットを求められる位置に表示できるようにするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 そのために、本発明では、図1にその概念が模式的に示される装置、すなわちロボットの作動環境を表示する画面中に、ロボットを与えられた位置と姿勢で重ね表示するロボットのシミュレーション装置であり、記憶装置10と、データ入力装置12と、演算装置14と、表示装置16とを有し、該記憶装置10はロボットの作動環境を環境座標系で定義するデータを記憶する領域2と、ロボットの姿勢を教示座

3

標系で定義するデータを記憶する領域4と、ロボットの配置基準位置と教示座標系の相対位置関係に関するデータを記憶する領域6と、ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータを記憶する領域8とを有し、該データ入力装置12は、オペレータが、ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータを入力するものであり、該演算装置14は、該記憶装置10に記憶されている、ロボットの姿勢を教示座標系で定義するデータと、ロボットの配置基準位置と教示座標系の相対位置関係に関するデータと、ロボットの配置基準位置を環境座標系で定義するデータとに基づいて、ロボットの位置と姿勢に関する環境座標系によるデータを演算するものであり、該表示装置16は、環境座標系で定義されているロボットの作動環境に関するデータと、環境座標系で演算されたロボットの位置と姿勢に関するデータにそれぞれ対応する画面を重ね表示するものであることを特徴とするロボットのシミュレーション装置を創り出した。

【0009】

【作用】このシミュレーション装置ではロボットの作動環境を環境座標系で定義するデータが領域2に記憶され、それに対応する画面が表示装置16に表示される。すなわち図2に例示するように、ワークE等のロボットの周辺に存在する物体が環境座標系で表示される。一方ロボットの配置基準位置、すなわち図6に例示されるベースTの頂点M等、ロボットを配置する際の基準とし易い点Mと教示座標系の相対位置関係に関するデータが領域6に記憶されている。

【0010】そしてオペレータはこの配置基準位置Mの位置を環境座標系で定義するデータを入力装置12で入力する。このときロボットを例えばD=0で示される床面Sに置く場合には単にD=0とすればよく、高さKを知る必要はない。あるいはB=B0の基準線に一辺Vを一致させるときには単にB=B0とすればよく、オフセット量Lを知る必要はない。

【0011】オペレータが配置基準位置を環境座標系で与えると、配置基準位置と教示座標系の相対位置関係のデータが領域6に記憶されているために、教示座標系で与えられている教示座標を環境座標系での座標に変換することが可能となる。この演算が演算装置14で実行される。このためロボットの教示点が環境座標系で演算され、ロボットと作動環境が重ね表示される。

【0012】

【実施例】次に図3～6を参照して本発明を具現化した一実施例について説明する。図3は本実施例に係るロボットのシミュレーション装置のシステム構成を示すものであり、画像表示装置56とデータ入力用キーボード52とが付設されたコンピュータで構築されている。コンピュータは記憶装置50と演算装置52とを有し、演算装置52はプログラムに従ってデータの入力・記憶・計算・出力等のデータ処理を行なう。記憶装置50には、

4

各種データの記憶エリアが確保されている。また演算装置52には大記憶容量を有するライブラリ60が接続されている。

【0013】演算装置52は、少なくとも、図4に示すライブラリ登録処理と図5に示すシミュレーション処理とを実行するようにプログラムされている。ライブラリ登録処理はシミュレーションに先立って準備的に実行されるものであり、この処理の実行をオペレータが指定すると、図4の処理が実行される。まずステップS1ではオペレータがロボットの作動環境を環境座標系で定義するデータを入力する。すなわち図6に例示されているように、オペレータがロボットの周囲に存在するワークWの頂点Eの環境座標系(A-B-C-D)における座標値(B1, C1, D1)等を入力する。ここではワークやロボット以外の設備等の外形状の主要点座標を入力する。この主要点は主要点間を結ぶことでワークや設備等の外形形状が得られる点のことをいう。

【0014】このようにして入力されたデータは、ロボットの作動環境を環境座標系で定義するデータであり、このデータは記憶装置50内の環境定義データ記憶領域42に記憶される。なお上記では作動環境を主要点座標で定義する場合を例示したが、3次元形状をコンピュータで利用可能に定義する他の種類のデータであってもよい。あるいはオペレータが入力するかわりに、3次元CADシステムからデータを送りこんでもよい。

【0015】次に図4のステップS2で、ロボットの形状を定義するデータが入力される。例えば図6に示すようなロボットのシミュレーションを実施する場合には、第1アーム80の長さ、第2アーム82の長さ、第1アーム80と第2アーム82の揺動範囲等ロボットの形状に関するデータがロボット毎に入力される。このデータはロボット形状データ記憶領域44aに記憶される。

【0016】次に図4のステップS3で教示基準姿勢データが入力される。ここでは例えば図6に示すロボットの姿勢が基準姿勢であるとする、その姿勢を実現する各関節の角度等が入力される。そして次にステップS4で教示角度データを入力する。ここで教示角度データは、先に述べた基準角度を基準としてそれから何度伸ばすかあるいは何度曲げるかといったデータで入力する。このデータによりロボットの実際姿勢が決定される。この教示角度データは教示データ記憶領域44bに記憶される。

【0017】ロボットの寸法と各関節の角度が決定されると、ロボットの手首83の先端部Jの教示座標系(F-G-H-I)における座標値(G1, H1, I1)が演算可能となる。そこでロボットの形状データ記憶領域44aと教示データ記憶領域44bとにより、ロボットの姿勢を教示座標系で定義するデータを記憶する領域44となっている。なお図6の場合、第1アーム80の揺動中心が教示座標系の原点Fとなっている。

5

【0018】なお教示データ記憶領域44bは、ロボットコントローラ中であってもよく、この場合はロボットコントローラ中の記憶装置が演算装置52に接続され、ロボットコントローラ中の教示データ記憶領域が本実施例の教示データ記憶領域として機能することになる。またここでは角度で教示データが与えられる場合を示したが、各関節の教示座標系における座標値でロボットの姿勢が定義されるものであってもよい。

【0019】次に図4のステップS5で、オペレータが相対位置データ(1)～(3)を入力する。ここで相対位置データ(1)とは、第1の配置基準位置(図6の場合M)に対する教示座標系の相対位置関係を定義するデータであり、Mを原点とする座標系における教示座標原点Fの座標(N2, P2, Q2)や、角座標軸の角度関係に関するデータ等が入力される。具体的には3×3のベクトル量として入力される。これは46aの相対位置データ1の記憶領域46aに記憶される。なおこのデータは教示座標系で配置基準位置Mを定義するものであってもよい。

【0020】配置基準位置は1個でもよいが、この実施例の場合3点まで指定可能となっている。ここでオペレータが例えば図6のR点を配置基準位置とすることがあればそのR点に対する同種データをデータ(2)として入力しておけばよい。図4のデータ入力処理が終了と、入力されたデータはロボットの作動環境に対応づけられて(ラベル付けられて)ライブラリ60に保存される(S6)。

【0021】さてこのようにしてライブラリ60に保存されたロボットと作動環境に関するデータはオペレータがシミュレーション操作をするときに活用される。オペレータがシミュレーション処理を開始させると図5の処理が実行される。まずステップS11ではロボット名、教示データ名、作業環境名等、ライブラリデータの検索ラベルを入力する。すると入力されたラベルに対応するデータがライブラリ60で検索され(S12)、検索されたデータが記憶装置50に転送される。

【0022】次にオペレータは配置基準位置の選択データを入力する(S13)。オペレータは配置し易い基準位置をここで選択することができる。例えばロボットのベースの一辺Vを位置合わせしたいときには点Mを配置基準位置とする。他方の辺Xの位置を基準として配置し

6

たい場合には合せ易い点Rを選択すればよい。

【0023】オペレータはその後ステップS14で、選択した配置基準位置の環境座標系における座標を入力する。例えばM点を選択しており、辺Vを $B=B0$ に一致させたいければ、MのB軸座標値を $B0$ とすればよい。あるいは辺Xを $C=C0$ のラインに一致させたいときには点Rを選択しておきそのC軸座標を $C=C0$ とすればよいのである。

【0024】以上のデータ入力が終了すると、環境座標系に対する配置基準位置の関係と、配置基準位置と教示座標系との関係が定義されることになり、教示座標を環境座標系での値に変換することが可能となる。この変換処理が図4のステップS15で実行される。

【0025】以上の処理が終了すると、ロボットの教示点も環境座標系に変換されており、もともと環境座標系で定義されている作動環境と同一座標系で求められていることになる。すなわち重ね表示が可能となる。そこでステップS16で表示装置56上にロボットの作動環境と、教示データに従ったロボットの姿勢がオペレータが指定した位置で重ね表示されることになる。

【0026】このためオペレータは画面から、例えばロボットを床面に載置したときやあるいは $B=B0$ や $C=C0$ といった基準線に一致して設置したときに、ロボットが与えられた教示データで意図どおり動作するか否かのチェックを事前に確認し得ることになる。

【0027】

【発明の効果】本発明では、シミュレーション装置にロボットの配置作業の際に基準となる点とその基準点と教示座標系との位置関係に関するデータを持たせたために、オペレータは画面中におけるロボットの位置に関するデータを入力する際にロボットの寸法等を一々調べる必要がなくなる。このためオペレート作業が単純化され、シミュレーション操作や必要に応じて実施する教示データの修正操作等が極めて能率化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概念を模式的に示す図

【図2】従来技術の問題点を模式的に示す図

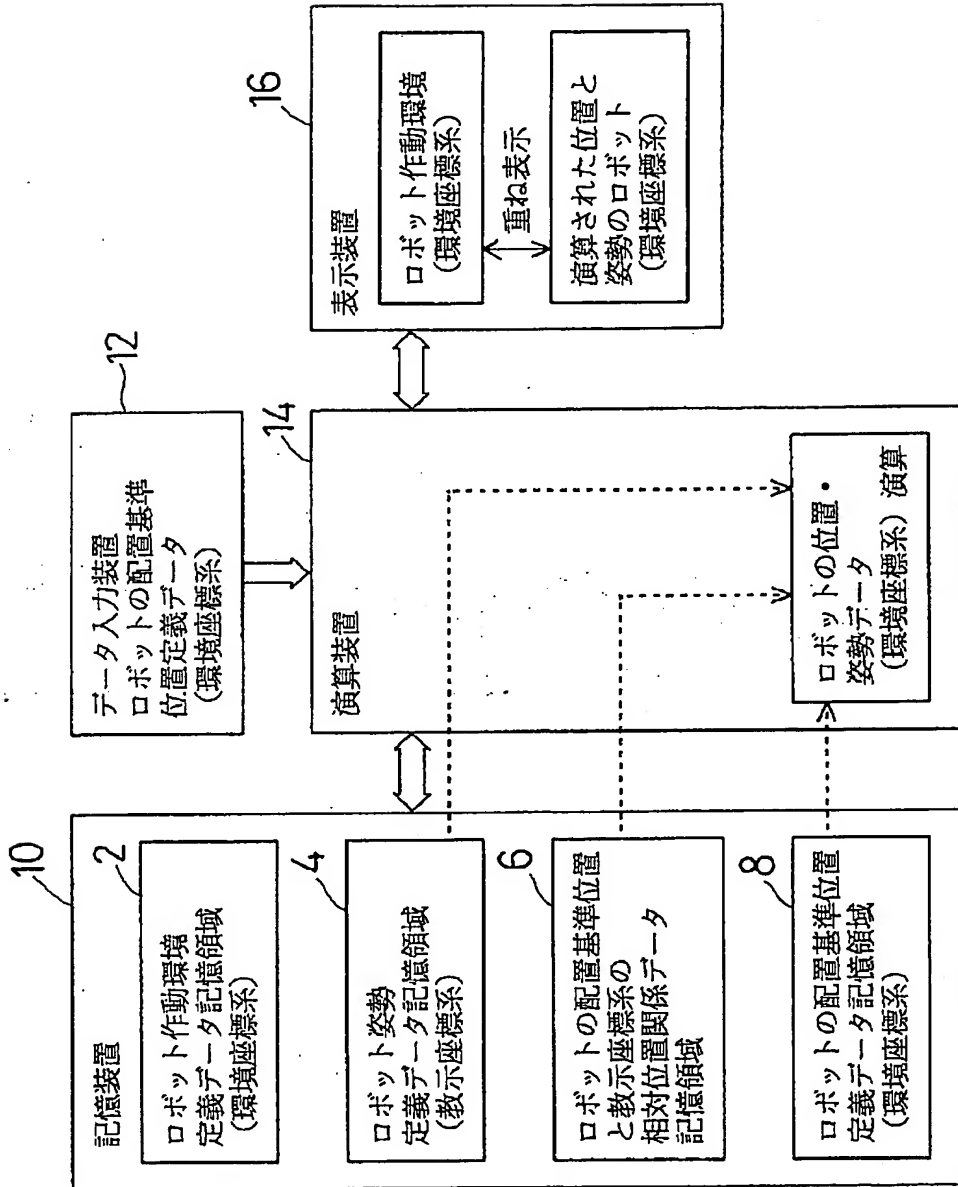
【図3】実施例のシステム構成

【図4】ライブラリ登録時の処理手順

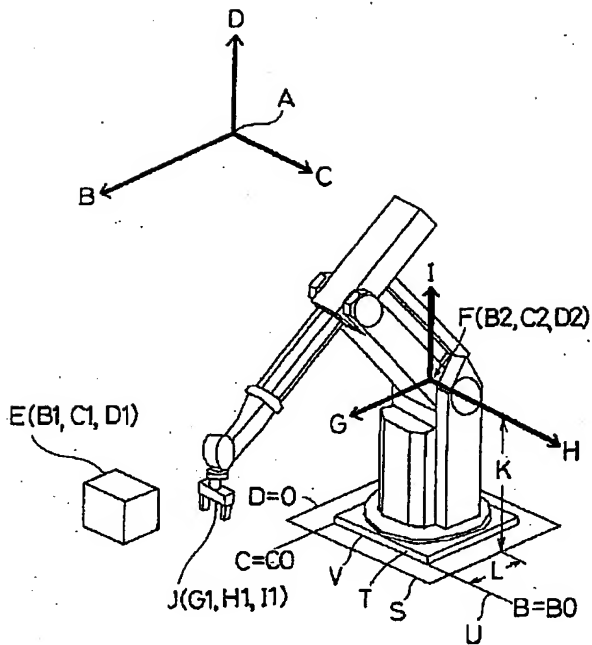
【図5】シミュレーション実行時の処理手順

【図6】本実施例の作用を模式的に示す図

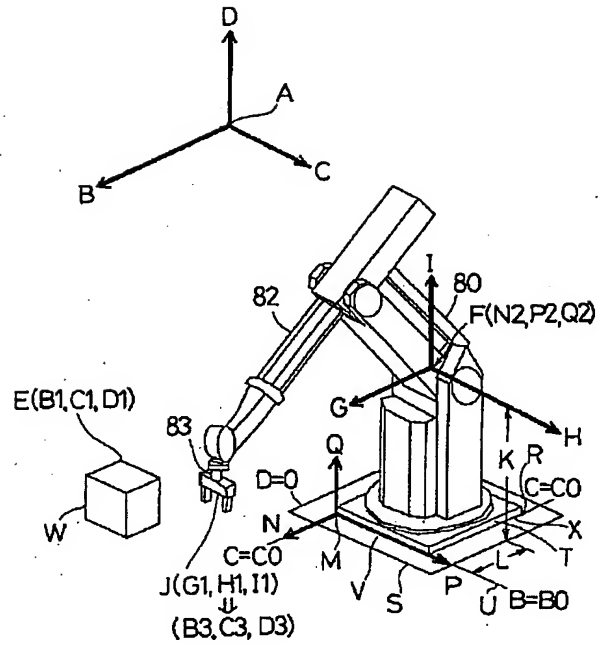
【図1】



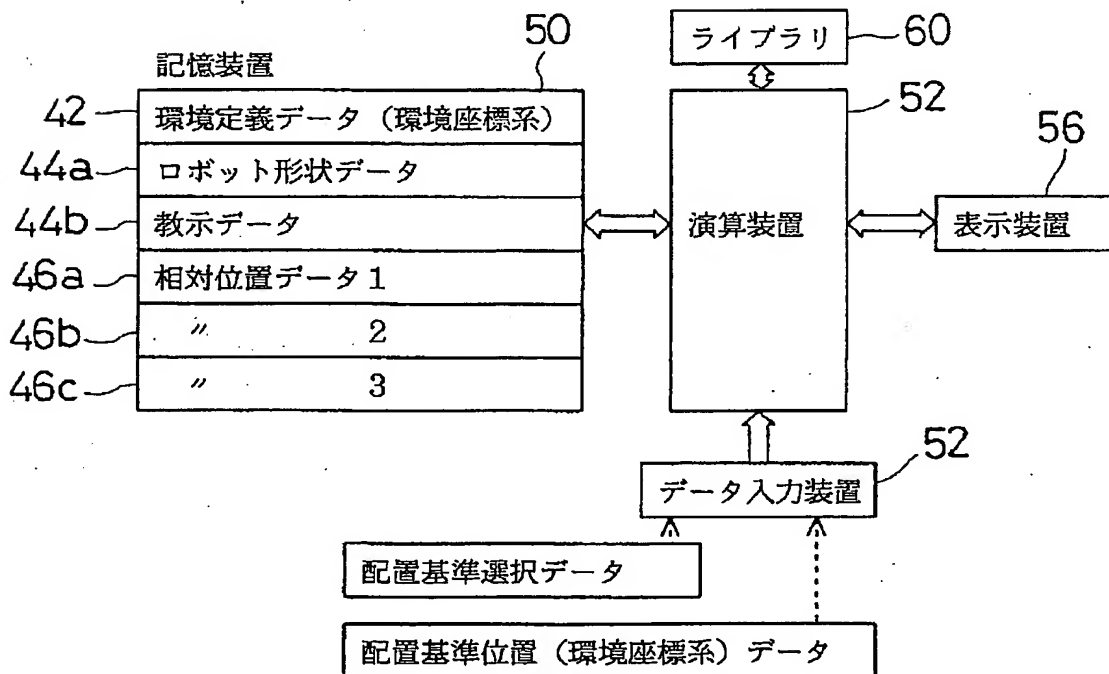
【図2】



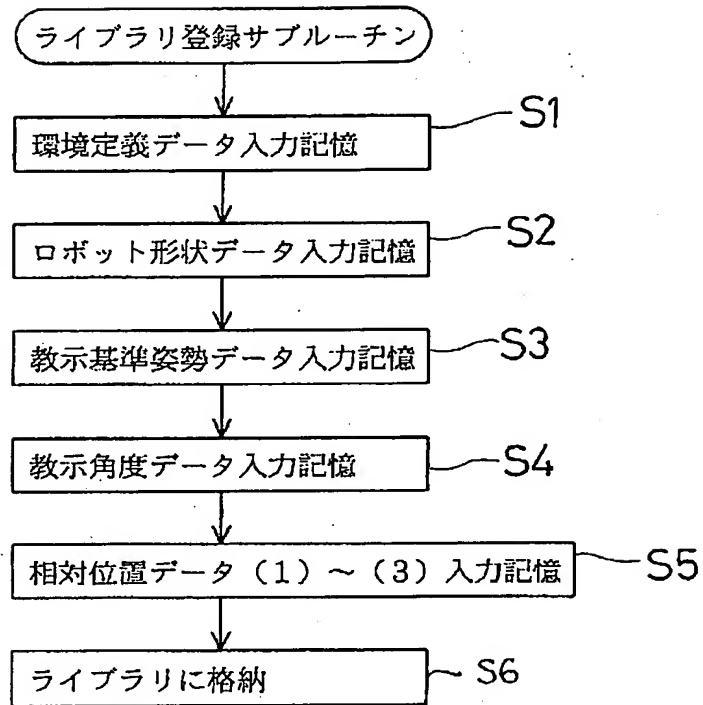
【図6】



【図3】



【図4】





【図5】

